

1 サーマット工具による S 4 5 C の軽切削（旋削）について （第 2 報）

1. はじめに

1)
前報では、チタンカーバイド系サーメット工具を用いて S 4 5 C を切削し、切込み 1.5 mm、送り 0.1 mm/rev、切削速度 80 ~ 150 m/min（一部 190 m/min を含む）の範囲で $V_B = 0.1$ mm 寿命までを検討し、 $VT^{0.36} = 550$ が得られたことを報告した。

本報では、工具および被削材については以下の条件のもとに、切削速度 $V = 300$ m/min の範囲で工具寿命 $V_B = 0.3$ mm まで種々検討した。

工具および被削材の条件は、

- 1) 工具：前報と同じ切削速度のものはその状態から継続して使用し、切削速度の異なるものは新たに切削開始。
- 2) 被削材：前報と同様 S 4 5 C であるが同一メーカーの異なるロットの材料。熱処理条件は同じ。

である。

2. 実験方法

測定方法および被削材の形状と前加工は前報と同様である。

切削条件は表 1 に示すとおりである。使用工具は前報と同一ロットのチタンカーバイド系サーメット工具で、工具諸元は前報と同一である。

すでに上述したように本報では、切削速度 $V = 120, 150$ m/min の場合は前報で使用した工具をその状態から使用しているので、切削時間、工具摩耗はそのまま延長されている。切削速度 $V = 200 \sim 300$ m/min の場合は、新しく切削をはじめている。

被削材の切削は初期外径の 60 % までとし、切

泊 誠・前野一朗

削速度は $\pm 5\%$ の範囲である。

表 1. 切削条件

切削速度 m/min	120, 150, 200, 250, 300
切 込 み mm	1.5
送 り mm/rev	0.1
くり返し 回	2
寿 命 V_B	0.3 mm

3. 被削材について

被削材は機械構造用炭素鋼 S 4 5 C で、外径 110 mm、860 °C 焼準材である。化学分析値、機械的性質、組織を表 2、3 および図 1 に示した。上述したように被削材は前報と同一メーカーのものであるが、ロットが異なるので表 2、3 には前報で用いた被削材についても比較のために入れあ

る。

ここで本報で用いた被削材と前報で用いた被削材を比較検討しておく。

まず化学分析値は C 成分にいく分の差があるが、J I S 規格内であり同等とみてよい。次に機械的性質ではシャルピー衝撃値と硬さに差がみられるが、大差はなく、ほぼ同等といってよい。また組織も焼準組織である。

以上のことから本報と前報で用いた被削材間には何らの差もなく、従って同等の被削材を切削したものとして考察する。

表2. 被削材の化学分析値

	C	Si
J I S規格(%)	0.42~0.48	0.15~0.35
本 報 (%)	0.45	0.23
前 報 (%)	0.42	0.23

Mn	P	S
0.60~0.90	0.030以下	0.035以下
0.70	0.020	0.027
0.74	0.023	0.012

表3. 被削材の機械的性質

	本報	前報
引 張 強 さ (Kgf/mm^2)	60.9	59.4
伸 び (%)	32.9	30.2
絞 り (%)	49.7	50.6
シャルピー衝撃値 ($Kgf \cdot m/cm^2$)	6.21	6.80
硬 さ (H_B)	170.7	165

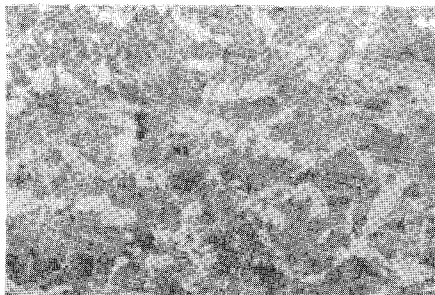


図1. 被削材の焼準組織 (本報) $\times 100$

4. 実験結果と考察

4.1 横逃げ面摩耗と工具寿命

図2は横逃げ面摩耗経過曲線である。この図には切削速度によっては $V_B = 0.5 mm$ 付近まで示してある。 $V = 200 m/min$ と $V = 250 m/min$ においては2.5分までは摩耗状況が入れかわっているが、以後は一般的な摩耗を示し、切削速度の高いものほど急速に摩耗する。

図3は図2より $V_B = 0.1, 0.2, 0.3$ に対応する寿命曲線を求めたものである。また表4は得られた寿命方程式である。この結果からS45Cの連続切削において、サーメット工具が超硬工具に比べ相当にすぐれていることがわかる。

横逃げ面の境界摩耗は $V = 120, 150 m/min$ においては60分付近まで、 $V = 200 \sim 300 m/min$ においては5~10分付近まで、通常の横逃げ面摩耗より優勢であるが、この後は通常の横逃げ面摩耗が大きくなり境界摩耗の識別は困難になる。

図4は工具の摩耗状況である。

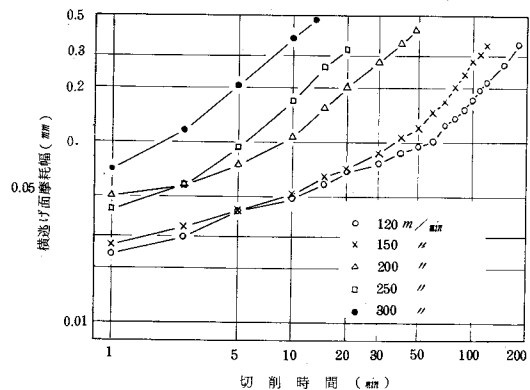


図2. 横逃げ面摩耗

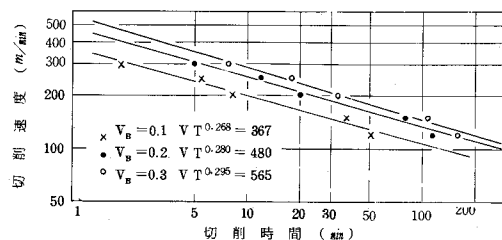


図3. 寿命曲線

表4. 寿命方程式と V_{60}

V_B mm	寿命方程式	V_{60} (m/min)
0.1	$V T^{0.268} = 367$	122
0.2	$V T^{0.280} = 480$	153
0.3	$V T^{0.295} = 565$	169

切削速度 時間	120 m/min		150		200		250		300	
	前逃げ面	横逃げ面	前逃げ面	横逃げ面	前逃げ面	横逃げ面	前逃げ面	横逃げ面	前逃げ面	横逃げ面
1 min										
10										
20										
40										
60										
120										
180										

図4. 工具の摩耗

4.2 前逃げ面摩耗

図5は前逃げ面摩耗の経過である。前逃げ面摩耗は、横逃げ面摩耗が切削速度と切削時間により支配されるのに対し、ただ切削時間のみに依存している。この傾向は、 $V = 250 \text{ m/min}$ 以下の切削速度と $V = 300 \text{ m/min}$ の場合に分かれ $V = 300 \text{ m/min}$ の場合が摩耗は小さい。

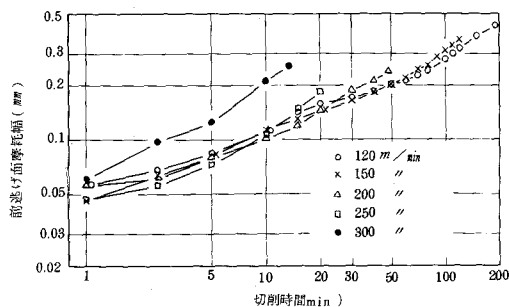


図5. 前逃げ面摩耗

4.3 前逃げ面と横逃げ面の摩耗の比較

図6は前逃げ面と横逃げ面の摩耗を比較したもので、縦軸に(前逃げ面摩耗幅) - (横逃げ面摩耗幅)がとってある。

図をみると $V = 150 \text{ m/min}$ 以下の場合には前

逃げ面が横逃げ面よりはやく摩耗するが、長時間の切削になると横逃げ面の摩耗が大きくなってくることがわかる。また $V = 200 \text{ m/min}$ 以上の場合には切削初期において前逃げ面摩耗がいく分大きい、以後は横逃げ面がはるかにやく摩耗する。摩耗幅の差は切削時間に比例し、しかも切削速度に依存する。

なお前報では前逃げ面摩耗は平均摩耗を使用した、本報では最大摩耗をとっている。

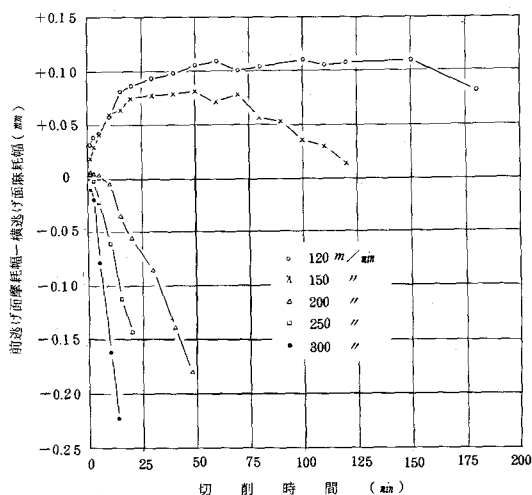


図6. 前逃げ面と横逃げ面の摩耗比較

4.4 すくい面摩耗

図7はすくい面摩耗の経過である。すくい面摩耗は横逃げ面摩耗と同様な経過を示す。すくい面摩耗による工具寿命の判定は一般に $KT = 0.05 \sim 0.1 \text{ mm}^2$ であるが、図に示すようにこの場合は非常に小さく、サーメット工具の耐クレータ摩耗性をしめしている。

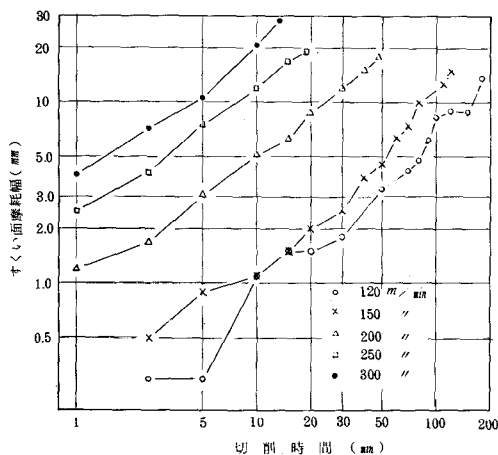


図7. すくい面摩耗

4.5 表面あらさ

図8は表面あらさの経過である。図をみると当然のことであるが、切削の進行にともない表面あらさは大きくなる。一般に表面あらさは前逃げ面摩耗幅に依存するが、図9にこのことがよく示されている。図9は前逃げ面摩耗と表面あらさの関係を示している。この図をみると前逃げ面摩耗幅と表面あらさは比例の関係にあり、 $V = 120 \sim 250 \text{ m/min}$ の場合と $V = 300 \text{ m/min}$ の場合とに分けることができる。 $V = 300 \text{ m/min}$ の場合は切削速度がこれより遅い場合に比べて、前逃げ面摩耗の表面あらさに対する影響が小さい。

図10は各切削速度における寿命時の表面あらさと前逃げ面摩耗幅を図5, 8より推定し、各寿命ごとに示したものである。図によると横逃げ面摩耗による寿命には無関係に、 $V = 200$

m/min 以上の切削速度ではそれ以下の切削速度よりもはるかによい表面あらさとなっている。

サーメット工具の特性の1つは構成刃先の生じにくさであり、また構成刃先は高い切削速度においてはその刃先温度が高温になるため消滅するが、この場合 $V = 150 \sim 200 \text{ m/min}$ において構成刃先が消滅し、そのために表面あらさが著しく小さくなったと考えられる。

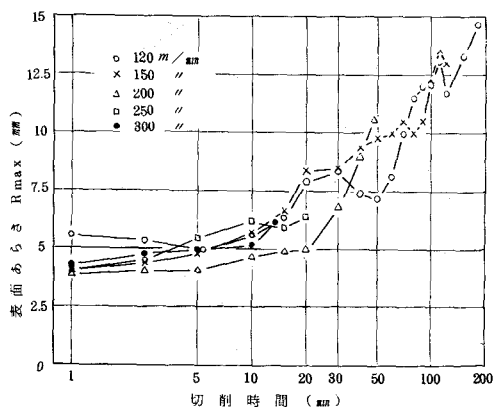


図8. 表面あらさ

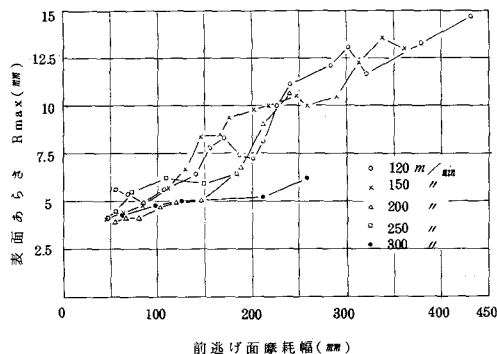


図9. 前逃げ面摩耗と表面あらさ

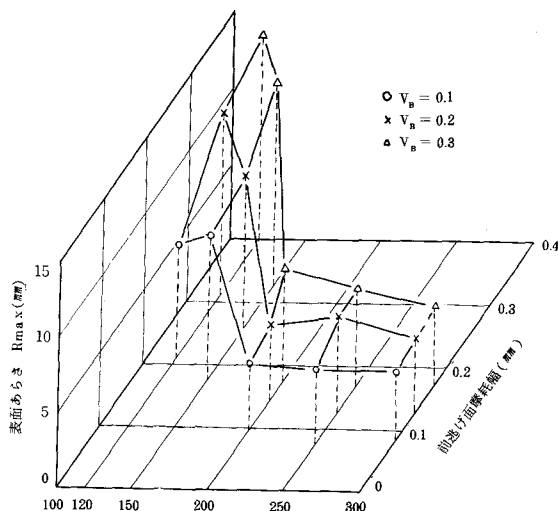


図 10. 寿命時の表面あらさ

5. 被削材および工具の変ったことの実験結果への影響

本報の結果は、一部の工具については前報で用いたものを継続して使用し、また被削材も同じロットのものではなく、従ってこのことが実験結果に影響することと考えられたが、結果をみる限り影響があったとは認められない。これは 3 でも述べたように本報で用いた被削材と前報で用いた被削材との間に明らかな差が見られなかったことによる。

6. ま と め

チタンカーバイド系サーメット工具により機械構造用炭素鋼 S 4 5 C を軽旋削し、一部工具については異なるロットの被削材を切削したものを継続して使用して以下の結論を得た。

- (1) 横逃げ面摩耗 $V_B = 0.1, 0.2, 0.3 \text{ mm}$ に対し $VT^{0.268} = 367$, $VT^{0.280} = 480$, $VT^{0.295} = 565$ を得た。
- (2) 横逃げ面の境界摩耗は、切削速度が低い場合一定時間まで明瞭であるが、後通常の逃げ面摩耗が大きくなる。また高速時には通常の逃げ面摩耗が切削初期より卓越している。

- (3) 前逃げ面の摩耗と横逃げ面の摩耗は $V = 150 \text{ m/min}$ 以下のときは前逃げ面の摩耗が大きく、 $V = 200 \text{ m/min}$ 以上の切削速度においては、横逃げ面の摩耗が大きい。とくに、 $V = 200 \text{ m/min}$ 以上の場合はその差は切削速度に大きく依存する。
- (4) すくい面摩耗は非常に小さい。
- (5) 表面あらさは前逃げ面の摩耗幅によって決まるが、これは $V = 120 \sim 250 \text{ m/min}$ の場合と $V = 300 \text{ m/min}$ の場合に分類でき、とくに $V = 300 \text{ m/min}$ の場合はかなり良い表面あらさを得た。
- (6) 横逃げ面摩耗による寿命時における表面あらさは $V = 150 \sim 200 \text{ m/min}$ を境界として大きな差が認められた。 $V = 200 \text{ m/min}$ 以上のときはかなり良い表面あらさが寿命に関係なく得られた。
- (7) 異なるロットの被削材および継続して使用した工具による実験結果への影響はみられなかった。

参考文献

- 1) 鹿児島県機械金属技術指導センター
S 5 3 年度業務報告
- 2) J I S B 4 0 1 1